

明 細 書

溶射方法

技術分野

- [0001] 本発明は、金属体の表面に防食用の金属溶射皮膜を形成する溶射方法、とくに鋼構造物などの現地補修に好適な溶射方法に関する。

背景技術

- [0002] 鉄塔、橋梁、高架施設、タンクなどの鋼構造物の防食対策として従来一般に塗装工法が用いられている。しかしこの塗装工法は、塗装コストが高いうえに耐用年数に限りがあり、そのうえ、定期的な塗り替えが必要であることから補修コストも高いという問題がある。そこで、塗装工法に代わる防食対策として、鋼材表面に溶射皮膜を形成する工法が提案されている。たとえば、鋼構造物の劣悪環境部位には溶射を行い、劣悪環境部位以外の部分に耐候性鋼を用いる鋼構造物の防食構造が特許文献1に記載されている。この防食構造によれば、鋼構造物全体の耐食性が向上し、建設コストや補修コストを低減することができるとされている。
- [0003] また、厳しい腐食環境に長期間曝される海洋構造物では、従来樹脂ライニング皮膜を形成する工法が用いられており、このライニング皮膜の損傷箇所を現地で補修する方法として溶射工法が提案されている。たとえば、ライニング皮膜に発生した欠陥部を粗面化するような下地処理をした後、この欠陥部を所要の温度に予熱し、その後この欠陥部に高分子化合物の粉体を溶射して補修皮膜を形成させる防食用ライニング皮膜の補修方法が特許文献2に記載されている。この補修方法によれば、常温硬化タイプの塗料で補修する従来の方法に比して、寿命が長くかつ信頼性の高い現地での補修が可能になるとされている。
- [0004] 溶射皮膜は耐食性、耐熱性、耐摩耗性などの優れた特性を有しており、溶射は鋼構造物の部材である鋼材に限らず、各種素材および製品の表面改質技術として広い分野で利用されている。溶射は、熔融あるいは半熔融状態に加熱した溶射材料を被溶射体に吹き付けて溶射皮膜を形成するものであり、主な溶射方法として、ガスフレーム溶射法とプラズマ溶射法とがある。

[0005] ガスフレイム溶射法は、酸素と可燃性ガスとの燃焼炎を用いて線状、棒状または粉末状の溶射材料を加熱し、熔融またはそれに近い状態にして被溶射体に吹き付けて皮膜を形成する溶射法である。このガスフレイム溶射法は操作が簡単で、設備費、運転費が低廉であるので最も普及している。

[0006] またプラズマ溶射法は、プラズマジェットを用いて溶射材料を加熱、加速し、熔融またはそれに近い状態にして被溶射体に吹き付けて皮膜を形成する溶射法である。このプラズマ溶射法は、溶射材料として高融点のセラミックから、金属、プラスチックまで使用でき、大気雰囲気、不活性雰囲気あるいは減圧雰囲気での溶射が可能である。プラズマ溶射の溶射材料は主として粉末状であるが、近年、線状または棒状の溶射材料を用いたプラズマアークトーチが特許文献3～5で提案されている。

[0007] 特許文献1:特開2001-89880号公報

特許文献2:特開2002-69604号公報

特許文献3:特公平5-80273号公報

特許文献4:特公平6-39682号公報

特許文献5:特許第3261518号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0008] ところで、溶射を行うにあたっては、被溶射体に対する前処理として、被溶射体表面の塗料やメッキ皮膜、酸化物などを除去するとともに表面を粗面化する工程が必要である。被溶射体表面を粗面化することにより、溶射粒子が粗面化された表面の凹凸に機械的にかみ合って溶射皮膜と被溶射体との密着度が向上する、いわゆるアンカー効果が生じる。この粗面化は通常ブラスト処理といわれる方法によって行われている。ブラスト処理にはいくつかの方式があるが、一般的に行われているのは、圧縮空気を利用して天然鉱物、人造鉱物、金属グリット、非金属グリット、カットワイヤなどを被溶射体に投射して、表面に素地を露出させるとともに、表面に不規則な微小凹凸を形成する方法である。

[0009] このブラスト処理を行うには、ブラスト材用のホッパ、タンク、空気圧縮装置、圧縮空気配管、ブラスト材供給管、トーチ、ブラスト材回収装置、集塵装置など大がかりな装

置が必要である。鋼構造物などの材料加工工場にこれらの装置を設置し、材料加工段階でブラスト処理を行い、ブラスト処理後に溶射を施した材料を建設現場に運んで鋼構造物などを組み立てる建設工程の場合は、ブラスト処理の実施にさしたる問題はない。しかしながら、現地補修の場合は、コスト面、作業面および環境面からみて問題が大きく、実施には大きな困難が伴う。補修現場でブラスト処理を行うために、上記の装置一式を補修現場に揃えることは困難である。また、大型構造物の現地補修の場合は高所作業になることが多く、必要な装置を高所に設置することも困難である。さらに、処理時のブラスト材の回収や発生する粉塵の集塵が困難で、飛散するブラスト材や粉塵により作業環境が悪化し、環境を汚染するという問題がある。

[0010] したがって、現地補修で溶射を行う場合は、實際上ブラスト処理を行うことができないので、ブラスト処理に代わる粗面化方法を講じる必要がある。また、材料加工工場でブラスト処理を行う場合でも作業環境の悪化は免れないので、ブラスト処理に代わる粗面化方法が適用できればこれに越したことはない。

[0011] 本発明が解決すべき課題は、金属体に対して金属溶射材料を溶射して防食用溶射皮膜を形成するに際し、実用上十分な溶射皮膜と被溶射体との密着力が得られる被溶射体の粗面化条件と溶射条件とを解明して、防食効果を維持したうえで粗面化工程の作業性の向上と溶射コストの低減をはかることにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明者らは、溶射の前処理としての被溶射体の粗面化条件と溶射条件とが溶射皮膜と被溶射体との密着力に及ぼす影響について鋭意検討し、比較的簡単な工具を用いて粗面化した被溶射体であっても、特定の溶射条件で溶射することにより、実用上十分な溶射皮膜の密着力を得ることができるとの知見を得て、本発明を完成するに至った。

[0013] すなわち本発明に係る溶射方法は、金属体に対して金属溶射材料を溶射、特にプラズマ溶射法により溶射して防食用溶射皮膜を形成する溶射方法であって、研削工具を用いて被溶射体の表面の平均粗さ R_a が $2\sim 10\mu m$ の範囲となるように粗面化処理を行う工程と、溶射材料の熔融粒子が被溶射体の表面に付着したときの前記熔融粒子の1粒当たりの平均面積が $10000\sim 100000\mu m^2$ となる条件で溶射を行う工

程とを含むことを特徴とする。

- [0014] ここで、プラズマ溶射装置として線状または棒状の金属溶射材料を用いる溶射装置を使用することが望ましく、また前記金属溶射材料としてアルミニウム合金、さらに好ましくはアルミニウム-マグネシウム合金を用いることが望ましい。また、溶射後の被膜に封孔処理を行う工程を含ませることもできる。

発明の効果

- [0015] 溶融粒子が被溶射体表面に付着したときの1粒当たりの平均面積が所定の範囲となる条件でプラズマ溶射を行うことにより、被溶射体表面の温度が上昇して被溶射体表面に対する溶滴の濡れ性が向上する。これにより、ブラスト処理の場合よりも粗面化程度が低くなる研削工具による粗面化であっても、ブラスト処理とガスフレイム溶射の組み合わせの場合と同程度の溶射皮膜の密着力を得ることができる。研削工具による粗面化では、ブラスト処理の場合のような大がかりな装置を必要とせず、携帯可能な小型の工具であれば現地補修での高所作業にも使用することができ、研削粉の飛散も僅かで環境汚染のおそれも少ない。また、プラズマ溶射法に代えてアーク溶射法を用いて溶融粒子の1粒当たりの平均面積が $10000\sim 100000\mu\text{m}^2$ となる条件で溶射を行うことができれば、上記と同様の作用、効果を得ることができる。

図面の簡単な説明

- [0016] [図1A]プラズマ溶射装置での溶射の場合の溶射被膜の積層状態を模式的に示す図である。
- [図1B]ガスフレイム溶射装置での溶射の場合の溶射被膜の積層状態を模式的に示す図である。
- [図1C]ガスフレイム溶射装置での溶射の場合であって表面粗さが大きい場合の溶射被膜の積層状態を模式的に示す図である。
- [図2]実施例において使用した研削工具の一例を示す斜視図である。
- [図3]実施例において使用したプラズマ溶射装置の要部の構造を溶射状態のもとで示す図である。

符号の説明

- [0017] 1 研削工具

- 2 ローラ
- 3 サンドペーパー
- 4 鋼材
- 5 溶射皮膜
- 6 プラズマ溶射装置
- 7 プラズマトーチ
- 8 電極
- 9 ノズル
- 10 後壁部
- 11 周壁
- 12 先細筒部
- 13 流入口
- 14 ワイヤ
- 15 供給装置
- 16 ガイド部材
- 17 押し出しローラ
- 18 直流電源装置
- 19 外周ノズル
- 20 出口
- 21 溶融粒子

発明を実施するための最良の形態

- [0018] 本発明で溶射の対象とするのは金属体である。溶射そのものは非金属体にも適用されるものであるが、本発明ではプラズマ溶射を前提とし、金属構造物の防食機能の強化と補修コストの低減を目的として、金属構造物あるいはその部材に対して金属溶射皮膜を形成する溶射方法を採用する。
- [0019] 本発明において、溶射の前処理としての粗面化処理は、研削工具を使用して行う。ここでいう研削工具とは、ディスク状やベルト状の基材に砥粒を固着した電動工具、ホイールの外周面にフラップやワイヤを植設した電動工具などを指し、これらの工具

類は手持ち作業が可能な小型のものもあるので、とくに現地補修の際には好適に使用することができる。このような研削工具を使用して被溶射体の表面を研削すると、表面に多数の平行な線状痕が生じる。研削工具を一定方向に移動させると線状痕は一定方向になり、移動方向を交差させると線状痕も交差する。ブラスト処理の場合のような多数の凹凸を形成させるには、研削工具の移動方向を交差させる方が好ましいが、本発明の粗面化処理は一定方向の線状痕でも十分な密着力を得ることができる。なお、線状痕を交差させる場合の交差角度は何度でもよいが、好ましくは交差角度は60〜90度とする。

[0020] この粗面化処理によって得られる表面粗さは、平均粗さRaが2〜10 μm 、より望ましくは5〜8 μm の範囲が最適である。また、最大粗さRzが20〜100 μm 、粗さのピークカウント値RPcが30〜100の範囲であることが好ましい。表面粗さが上記の範囲であると、溶射の際に溶融粒子が粗面に衝突したときに表面に隙間なく広がり、粗面にかみ込むアンカー効果が強くなる。

[0021] 表面粗さの平均粗さRaが2 μm より小さいと十分なアンカー効果が得られず、溶射皮膜の密着力が低くなる。平均粗さRaが10 μm より大きい場合は、溶射皮膜の密着力の点ではむしろ好ましいが、このような粗面を生じさせるには研削工具に用いる砥粒の粒径を大きくする必要があり、研削抵抗が大きくなって研削工具を操作する作業者の負担が大きくなり实际的でない。また、表面粗さが極端に大きくなると、溶融金属が粗面表面を十分に扁平して広がりきれず、表面と溶融粒子の間に隙間が発生して逆に溶射皮膜の密着力が低下する。

[0022] 最大粗さRzが20 μm より小さいと、適切な平均粗さを得るうえで均質な表面粗さとする必要があり、上記のような研削工具を使用しての粗面化処理が困難となる。最大粗さRzが100 μm より大きいと、研削粒子径の大きな研削工具が必要となるが、大きな研削粒子は消耗が早いため、均質な施工を行うのが困難であり、作業性が低下する。粗さのピークカウント値RPcが30より少ないと、凹凸の数が少なく小さな平滑部分が多く存在していることになり、溶融粒子の密着力が低下する。逆にピークカウント値RPcが100より大きいと、凹凸の間隔が小さくなりすぎ、溶融粒子が表面に十分隙間なく馴染まずに、隙間を生じて溶融粒子の密着力が低下する。

- [0023] 本発明においては、溶射装置としてプラズマ溶射装置、望ましくは線状または棒状の金属溶射材料を用いる溶射装置を使用する。このような溶射装置自体は特許文献3～5に記載されているように公知であり、本発明においても公知の溶射装置を利用することができる。本発明では、このようなプラズマ溶射装置を使用して、溶射材料の熔融粒子が被溶射体の表面に付着したときの熔融粒子1粒当たりの平均面積が $10000 \sim 100000 \mu\text{m}^2$ となるように溶射を行うことを条件とする。
- [0024] 線状または棒状の金属溶射材料を用いるプラズマ溶射装置での溶射の場合、図1Aに示すように、熔融粒子は被溶射体Sの表面に衝突し扁平して積層するが、複雑な形状で積層されるために、個々の溶射被膜mどうしの密着力が高くなり、全体としての溶射被膜Mの密着力も高くなる。また、溶射材料の熔融粒子が被溶射体の表面に付着したときの熔融粒子1粒当たりの平均面積が $10000 \sim 100000 \mu\text{m}^2$ となるように溶射を行うことによって、被溶射体表面の温度が上昇して被溶射体表面に対する溶滴の濡れ性が向上する。
- [0025] 一方、ガスフレイム溶射装置での溶射の場合は、図1Bに示すように、初期の熔融粒子が被溶射体Sの表面の凹部を埋めたかたちになり、個々の溶射被膜mは薄い鱗状片になるため被膜面は平滑になり、その上に積層される被膜との密着力が低くなり、全体として溶射被膜Mの密着力が低くなるという問題がある。このためガスフレイム溶射装置での溶射の場合は、ブラスト処理による粗面化の場合と同程度の粗さの表面凹凸が必要となる。表面粗さが大きい場合は、図1Cに示すように、薄い鱗状片の個々の溶射被膜mは、被溶射体Sの表面の凹凸面に沿って形成され、順次積層される溶射被膜mどうしの密着力の低下が抑えられるので、全体としての溶射被膜Mの密着力は十分なものとなる。
- [0026] 本発明においては、前処理によって平均粗さRaを $2 \sim 10 \mu\text{m}$ とした被溶射体表面に対してプラズマ溶射を行うのであるが、このときの溶射材料の熔融粒子が被溶射体表面に付着したときの熔融粒子1粒当たりの平均面積が $10000 \sim 100000 \mu\text{m}^2$ となる条件で溶射を行うことにより、図1Aに示したような個々の溶射被膜の積層が得られ、全体として高い溶射被膜の密着力が得られる。熔融粒子1粒当たりの平均面積が上記範囲より小さすぎても大きすぎても、個々の溶射被膜の間に隙間が生じて被溶

射体表面の温度を十分に上昇させることができず、十分な溶射被膜の密着力が得られなくなる。ガスフレイム溶射の場合の溶融粒子1粒当たりの平均面積は数百〜数千 μm^2 であり、アーク溶射被膜では溶融粒子1粒当たりの平均面積は数百〜数千 μm^2 であってガスフレイム溶射の場合より少し大きめの溶融粒子を含んでいるが、被溶射体表面の平均粗さRaが2〜10 μm 程度では十分な溶射被膜の密着力が得られない。

- [0027] 上記の粗面化処理と表面粗さおよび溶射条件以外はとくに限定する要件はない。溶射皮膜の厚さは、要求される防食性能に応じて50〜200 μm の範囲で適宜の膜厚を選定すればよい。溶射材料としての金属は、従来公知のアルミニウム、亜鉛、銅、コバルト、チタンなど、およびこれらの合金など各種の金属を用いることができる。これらのなかで、犠牲陽極作用を十分発揮するという点からは、アルミニウムまたはアルミニウム−マグネシウム合金や亜鉛アルミニウム合金等のアルミニウム合金がとくに適している。また、溶射被膜形成後は、封孔処理を行ってもよい。とくに現地補修の場合は、溶射後できるだけ速やかに封孔処理を行うのがよい。封孔材としては従来公知の樹脂類や有機薬品類を用いることができる。

実施例

- [0028] 以下、本発明の溶射方法を鋼構造物の現地補修に適用した実施例について、主たる工程の順に説明する。ここでは、既設の鋼構造物は亜鉛メッキ鋼材の上に塗装が施された構造物であり、局部的に塗装が剥離し、亜鉛メッキが腐蝕した部分を溶射により補修する場合を例にとって説明する。

- [0029] [粗面化処理工程]

図2は本実施例において使用した研削工具の一例を示す斜視図である。

この研削工具1は研削ローラ式サンダといわれる電動式の研削工具であり、ローラ2にサンドペーパー3を取り付け、その回転により鋼材の損傷部位の表面研削を行うものである。サンドペーパー3には粒度番号 #20〜#40 (平均粒径1000〜425 μm) の炭化けい素やアルミナ等の砥粒が樹脂結合材により固着されている。この研削工具1により鋼材表面を研削することによって、塗装とメッキの損傷部分が研削され、鋼材表面は平均粗さRaが5〜8 μm 程度の粗面となる。なお、研削工具としては研削ロー

ラ式サンダ以外にも、ベルトサンダやディスクサンダ、フラップホイール、回転ブラシなどを適宜使用することができる。

[0030] [溶射装置]

図3は本実施例において使用したプラズマ溶射装置の要部の構造を溶射状態のもとで示す図である。

プラズマ溶射装置6のプラズマトーチ(本体部の内部構造は省略している)7の電極8は、ノズル9の絶縁性を有する後壁部10から先側に突出して設けられている。ノズル9は、後壁部10に接続された円筒状の周壁11と、周壁11の先側に設けられ、先側に向かって断面外形が急激に縮小する円錐状の先細筒部12とを有している。周壁11には、ノズル9内にプラズマガスを周方向に沿って流入させる流入口13が複数箇所形成されている。プラズマガスは、窒素、アルゴン、ヘリウムなどの不活性ガスを単体で、または混合したものを使用することができる。

[0031] ノズル9の先細筒部12の外周部には、外周面に沿ってノズル9の中心線の先側にガスを噴出する外周ノズル19が設けられている。ガスとしては、空気、窒素、アルゴン、ヘリウムなどが用いられる。また、外周ノズル19の外側には、ノズル9の中心線の先側であってガスの噴出部よりも基側に、溶射材料としてのAl-Mg合金のワイヤ14を送り出す供給装置15が設けられている。供給装置15は、ガイド部材16および押し出しローラ17を備えている。

[0032] 電極8は直流電源装置18のマイナス極に接続され、ワイヤ14は直流電源装置18のプラス極に接続されている。直流電源装置18は、30〜200V程度の直流電圧および50〜500A程度の直流電流を供給することができる。また、直流電源装置18は、短時間に約3000Vの高電圧を加えることが可能である。

[0033] [溶射工程]

プラズマ溶射装置6のノズル9の中心線が被溶射体である鋼材4の表面に対して垂直になるようにプラズマ溶射装置6を配置する。

プラズマ溶射装置6の流入口13からプラズマガスを流入させると、プラズマガスが周壁11に沿って旋回流を発生させる。この状態で、直流電源装置18により3000V電圧を加えると、電極8とワイヤ14との間にスパーク放電が発生する。プラズマガスは

旋回して中心部分の圧力が低下しており、スパーク放電によって、この中心部分のプラズマガスを優先的に放電する。スパーク放電が発生すると、電極8とワイヤ14との間のプラズマガスがイオン化して電離状態を作り、直流電流が流れるようになる。プラズマガス中を直流電流が流れることによりさらにガスのプラズマ化が進み、プラズマアーク流が形成される。プラズマアーク流は、旋回流により減圧されているプラズマガスの中心部分に沿って流れ、プラズマガスは、このプラズマアーク流によって加熱され、ノズル9の出口20からプラズマフレームとして勢いよく吹き出される。

[0034] ワイヤ14の先端部は、プラズマアーク流によって急激に加熱され溶融する。溶融したワイヤ14は、溶融粒子21となり、プラズマフレームによって、鋼材4側に吹き飛ばされる。プラズマガスは、不活性ガスを用いているので、溶融粒子21に触れる酸素の量が少なくなり、形成される溶射皮膜5の酸化が防止される。また、先端部が溶融して無くなったワイヤ14は、先端がノズル9の中心線と一致するように押し出しローラ17により先側に移動される。外周ノズル19は、圧縮したガスを後方から流入させ、前方から円錐状に噴出する。ガスを溶融粒子21に外周側から吹き付けることにより、溶融粒子21が微細化され、溶射皮膜5の形成に最適なサイズとなる。微細化された溶融粒子21は、鋼材4の表面に衝突して扁平になり、この溶融粒子21が多数積層、結合して冷却されることにより溶射皮膜5が形成される。

[0035] [密着力測定結果]

本発明の溶射方法による効果を確認するために、被溶射体表面の粗面化をブラスト処理で行った場合と研削処理で行った場合について、公知のガスフレーム溶射装置と図3に示したプラズマ溶射装置とでそれぞれ溶射を行ったときの、粗面化処理後の表面粗さおよび溶射皮膜の密着力を測定した。測定結果を表1に示す。なお、ISO (International organization for standardization; 国際標準化機構) 2063の解説においては、実用上十分な密着力とは、 4.5N/mm^2 以上であることとされている。本実施例ではこの数値を採用し、密着力の必要値とした。

[0036] [表1]

溶射法	粗面化処理	粗面化処理後の表面粗さ R a (μ m)	溶射皮膜の密着力 (N / mm^2)
ガスフレイム 溶射	ブラスト処理	20	6 ~ 7
	研削処理	10	3 ~ 4
		2	1 ~ 2
プラズマ溶射	ブラスト処理	20	7 以上
	研削処理	10	6 ~ 7
		2	6 ~ 7
		1	2 ~ 3

注)密着力の測定は、JIS H8661に準拠したエルコメータを用いて行った。

- [0037] 表1からわかるように、ガスフレイム溶射の場合は、粗面化処理としてブラスト処理を行って表面粗さRaが20 μ m程度であれば溶射皮膜の密着力は6~7N/ mm^2 程度となり、十分な密着力が得られるが、研削処理により表面粗さRaが15 μ m未満の粗さしか得られないときは、溶射皮膜の密着力が4N/ mm^2 以下となり、実用的な密着力が得られない。通常、ブラスト処理の場合の表面粗さRaは15~40 μ m程度であり、ガスフレイム溶射では6~7N/ mm^2 程度の密着力が得られている。これに対しプラズマ溶射の場合は、研削処理による表面粗さRaが2~10 μ mの範囲であっても、溶射皮膜の密着力は6~7N/ mm^2 となり、十分な密着力が得られる。ただし、表面粗さRaが2 μ m未満であると、密着力が低くなるので実用的に望ましくない。

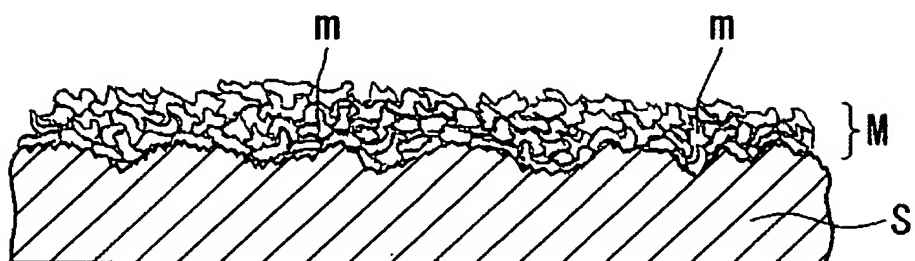
産業上の利用可能性

- [0038] 以上、本発明の溶射方法を金属体として鋼構造物を例にとりて説明したが、本発明の溶射方法は鋼構造物を含む各種の金属構造物およびその部材の防食に適用することができる。また金属溶射材料の材質や溶射条件を適宜に選定することにより、金属体以外の構造物や部材にも応用が可能である。

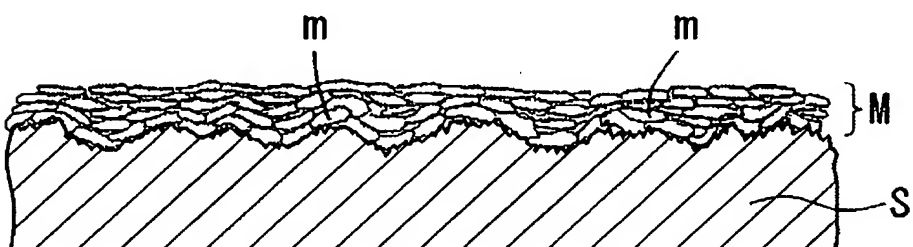
請求の範囲

- [1] 金属体に対して金属溶射材料を溶射して防食用溶射皮膜を形成する溶射方法であって、研削工具を用いて被溶射体の表面の平均粗さRaが2～10 μm の範囲となるように粗面化処理を行う工程と、溶射材料の溶融粒子が被溶射体の表面に付着したときの前記溶融粒子の1粒当たりの平均面積が10000～100000 μm^2 となる条件で溶射を行う工程とを含む溶射方法。
- [2] 前記溶射としてプラズマ溶射法を用いる請求の範囲1記載の溶射方法。
- [3] プラズマ溶射装置として線状または棒状の金属溶射材料を用いる溶射装置を使用する請求の範囲2記載の溶射方法。
- [4] 前記金属溶射材料としてアルミニウムまたはアルミニウム－マグネシウム合金や亜鉛アルミニウム合金等のアルミニウム合金を用いる請求の範囲1記載の溶射方法。
- [5] 前記金属溶射材料としてアルミニウムまたはアルミニウム－マグネシウム合金や亜鉛アルミニウム合金等のアルミニウム合金を用いる請求の範囲2記載の溶射方法。
- [6] 前記金属溶射材料としてアルミニウムまたはアルミニウム－マグネシウム合金や亜鉛アルミニウム合金等のアルミニウム合金を用いる請求の範囲3記載の溶射方法。
- [7] 溶射被膜形成後に封孔処理を行う工程を含む請求項1記載の溶射方法。
- [8] 溶射被膜形成後に封孔処理を行う工程を含む請求項2記載の溶射方法。
- [9] 溶射被膜形成後に封孔処理を行う工程を含む請求項3記載の溶射方法。
- [10] 溶射被膜形成後に封孔処理を行う工程を含む請求項4記載の溶射方法。
- [11] 溶射被膜形成後に封孔処理を行う工程を含む請求項5記載の溶射方法。
- [12] 溶射被膜形成後に封孔処理を行う工程を含む請求項6記載の溶射方法。

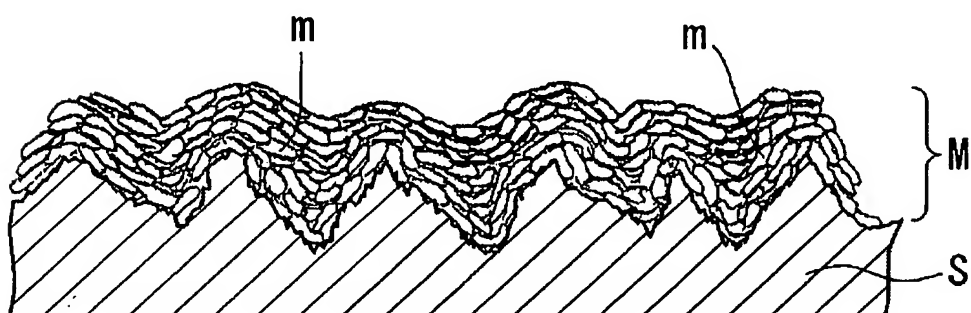
[図1A]



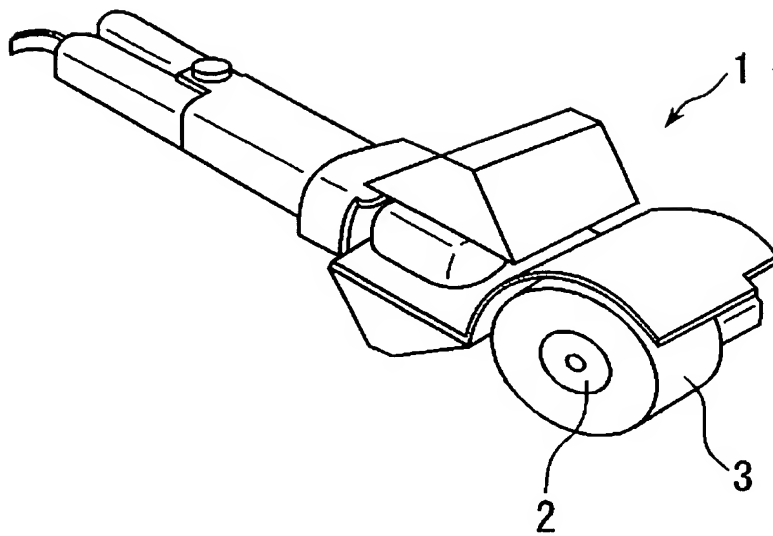
[図1B]



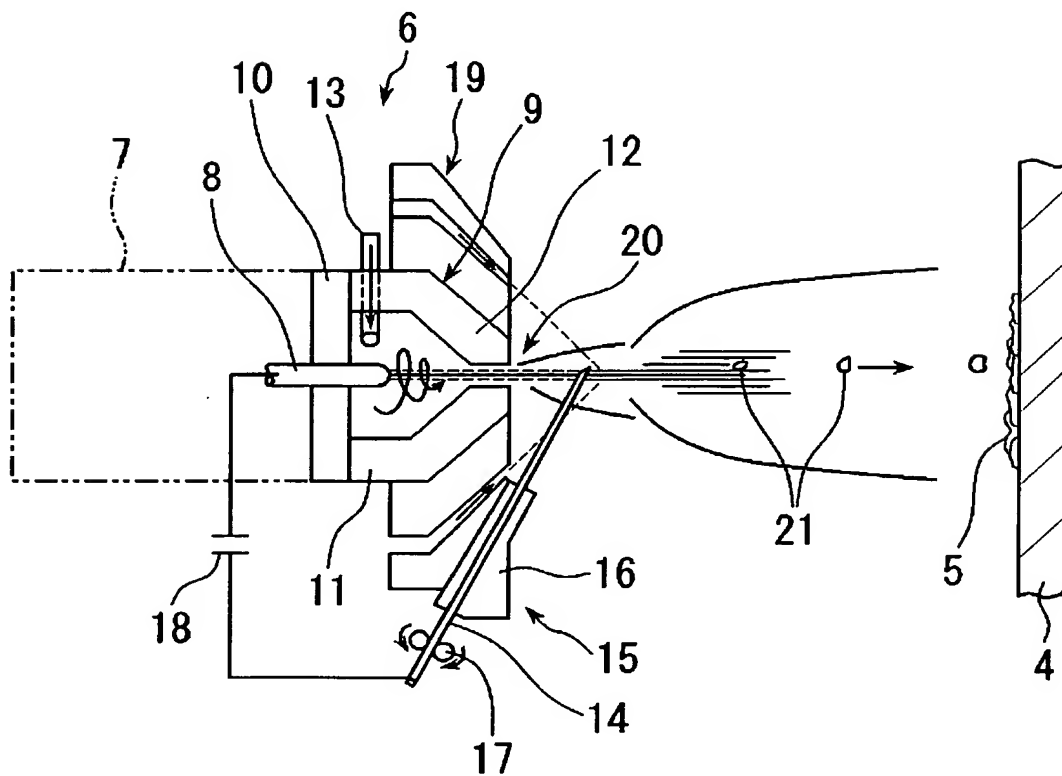
[図1C]



[図2]



[図3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015257

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C23C4/12, 4/06, 4/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C23C4/12, 4/06, 4/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004

Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 61-104062 A (Tsukishima Kikai Co., Ltd.), 22 May, 1986 (22.05.86), Claims (Family: none)	1-12
Y	JP 2000-64063 A (Nikken Toso Kogyo Kabushiki Kaisha), 29 February, 2000 (29.02.00), Claims (Family: none)	1-12
A	JP 2002-80956 A (Daihen Corp.), 22 March, 2002 (22.03.02), Claims (Family: none)	1-12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
21 December, 2004 (21.12.04)Date of mailing of the international search report
11 January, 2005 (11.01.05)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2004/015257

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-13195 A (Nippon Electric Glass Co., Ltd.), 15 January, 2003 (15.01.03), Claims (Family: none)	1-12
A	JP 54-46144 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 11 April, 1979 (11.04.79), Claims (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl ¹ C 23 C 4 / 1 2 4 / 0 6 4 / 0 2			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC)) Int.Cl ¹ C 23 C 4 / 1 2 4 / 0 6 4 / 0 2			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの <div style="text-align: right; padding-right: 20px;"> 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2004年 日本国登録実用新案公報 1994-2004年 日本国実用新案登録公報 1996-2004年 </div>			
国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y	JP 61-104062 A (月島機械株式会社), 1986.05.22, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-12	
Y	JP 2000-64063 A (日建塗装工業株式会社), 2000.02.29, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-12	
A	JP 2002-80956 A (株式会社ダイヘン), 2002.03.22, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-12	
A	JP 2003-13195 A (日本電気硝子株式会社), 2003.01.15, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-12	
A	JP 54-46144 A (松下電器産業株式会社), 1979.04.11, 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-12	
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。			
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div style="width: 48%;"> <p>* 引用文献のカテゴリー</p> <p>「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの</p> <p>「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの</p> <p>「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)</p> <p>「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</p> <p>「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願</p> </div> <div style="width: 48%;"> <p>の日の後に公表された文献</p> <p>「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</p> <p>「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの</p> <p>「&」 同一パテントファミリー文献</p> </div> </div>			
国際調査を完了した日 <div style="text-align: right;">21.12.2004</div>		国際調査報告の発送日 <div style="text-align: right;">11.1.2005</div>	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> 特許庁審査官 (権限のある職員) 小柳 健悟 </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> 4E 8417 </div> </div> <div style="margin-top: 5px;"> 電話番号 03-3581-1101 内線 3423 </div>	